

## ENDOKRINE SYSTEME IM GEHIRN DES SCHWIMMKÄFERS (*DYTISCUS MARGINALIS*)

A. ÁBRAHÁM

Institut für allgemeine Zoologie und Biologie der József Attila Universität Szeged, Ungarn

(Eingegangen am 15. Dec 1964)

Die in letzter Zeit durchgeführten anatomischen, histologischen und histochemischen Untersuchungen haben die in jeder Beziehung interessante und wichtige Tatsache bestätigt, dass gewisse Zellen, bzw. Zellverbände des Nervensystems neben ihrer reizerzeugenden, reizumwandelnden und reizleitenden Tätigkeit auch sekretorische Funktionen vollziehen. Kurz: gewisse Nervenzellen produzieren Sekrete, welche aus ihnen hinauswandern und von entscheidendem Einfluss auf die Funktion der entferntest gelegenen Organe sind. Die Zellen, welche solche Funktionen vollziehen, heissen neurosekretorische Zellen, und das Sekret, welches sie erzeugen, Neurosekret. Der Fragenkomplex, der sich an die Struktur dieser Zellen, richtiger gesagt an ihren Ursprung und ihre Funktion knüpft, ist äusserst interessant und kompliziert und hat, da er hinsichtlich der Beurteilung der Struktur und Funktion des Nervensystems vollkommen neuartig ist, natürlich zu vielen Debatten, Widersprüchen und Kämpfen Anlass gegeben. Diese Kämpfe waren im vergangenen Jahrzehnt, ja sogar auch noch in der letzten Vergangenheit von grosser Heftigkeit, haben sich aber heute schon allmählich gelegt, die Neurosekretionslehre hat den Sieg errungen und die neurosekretorische Funktion gewisser Gebiete des Nervensystems auf nahezu das ganze Tierreich endgültig erwiesen werden können. Ich muss gestehen, dass ich selbst auch zu Beginn des vergangenen Jahres noch ausgesprochener Gegner dieser Lehre war, und zwar einfach deshalb, weil ich weder an meinen selbsthergestellten, noch an den von anderen präsentierten Präparaten in überzeugender Weise bewiesen sah, dass die Nervenzellen in sichtbarer und nachweisbarer, bzw. demonstrierbarer Weise eine Sekretionstätigkeit entfalten. An imprägnierten Präparaten sah auch ich vereinzelt argyrophile Granulation in den Zellen, ja sogar auch entlang der Neuriten und Fortsätze, war aber vom Wesen der Sache auch dann nicht überzeugt, als ich Gelegenheit hatte, die „besten“ Präparate einer ungarischen Forschergruppe, welche sich mit dem Problem schon seit langem meritorisch und erfolgreich befasst, zu studieren. Unsere zu Beginn des Vorjahres durchgeführten Untersuchungen am Gehirn des *Dytiscus marginalis* haben uns aber dann in den Besitz von Präparaten gelangen lassen, die mich meinen Standpunkt aufgeben und mich jenen Forschern anschliessen liessen, welche die Neurosekretion als Tatsache auffassen und hinsichtlich des Nervensystems und des ganzen tierischen Lebens überhaupt als wichtig, und die Ausdehnung und Vertiefung der Untersuchungen auf diesem Gebiet für notwendig erachten.

Die erste Beschreibung von sezernierenden Nervenzellen stammt von C. C. SPEIDEL (1919, 1922), der sie im Rückenmark einiger Rochen und Knochenfische beobachtete. Auf die neurosekretorische Aktivität des *Hypothalamus* der flinken Elritze (*Phoxinus laevis*) hat als erster E. SCHARER (1928) aufmerksam gemacht. Die Untersuchungen von E. SCHARER (1930, 1933) an verschiedenen Klassen angehörenden Wirbeltieren (Knochenfische, Amphibien, Reptilien, Säuger) waren es auch, welche die Grundlage für die Ausarbeitung des Begriffes der Neurosekretion schufen. Betreffs der Neurosekretion der Reptilien verdienen noch die bahnbrechenden Untersuchungen von T. KUROTO (1935) und bezüglich der Amphibien die von J. SANS IBANEZ (1935) erwähnt zu werden. Mit Bezug auf die zerebrale Neurosekretion der Vögel stellten die Forschungen von R. STOLZE (1951), K. C. WINGSTRAND (1951), sowie

von W. BARGMANN und K. JACOM (1952) die ersten Anfänge dar. Die ausführlichere Beschreibung des Neurosekretionskomplexes des menschlichen *hypothalamo-hypophysären* Systems knüpft sich an die Namen von E. SCHARRER und R. GAUPP (1933), obwohl die sekretorische Funktion der *Hypothalamus*-Kerne auch schon von U. POPPI (1930) vermutet wurde.

Die ersten Forschungen über die neurosekretorischen Elemente der Wirbellosen sind von B. HANSTRÖM (1931, 1934), B. SCHARRER (1935—1937) und F. WEYER (1935) in Angriff genommen worden. Schon sehr früh wiesen sie neurokrine Zellen im Augenstiel von Krebsen, sowie im Zentralnervensystem einiger *Opisthobranchia*, *Polychaeten* und *Oligochaeten* nach. Heute sind — mit Ausnahme der *Cnidarien* und *Echinodermaten* — bei allen Stämmen der wirbellosen Tiere sezernierende Nervenzellen bekannt.

Der Nachweis dessen, dass im Insektengehirn Neurosekretionsprozesse vor sich gehen, knüpft sich an den Namen von F. WEYER (1935), der bei Honigbienen (*Apis mellifica*) im *Protocerebrum* neurosekretorische Zellen beschrieb, d. h. solche färberisch deutlich unterscheidbare Zellen, welche Sekretgranula in wechselnder Zahl und Form, bzw. Sekretschollen enthalten, die zeitweise in Bewegung geraten und, um den neugebildeten Platz zu machen, aus den Zellen heraustreten. Später wurden ähnliche Befunde auch von HANSTRÖM (1940) und anderen mitgeteilt. Besonders die Arbeiten L. ARVY und M. GABE (1950, 1953), B. SCHARRER (1941), J. LHOSTE (1953), L. ARVY (1956), M. VOGT (1942), DAY, M. (1940), O. PFLUGFELDER (1936—37) und B. DE LERMA (1954) die den Beweis erbrachten, dass im Gehirn, ja sogar auch in den infraoesophagalen, thorakalen und abdominalen Ganglien der in die Klasse der Insekten gehörenden *Pseudoneuroptera*, *Orthoptera*, *Dermaptera*, *Hymenoptera*, *Neuroptera*, *Diptera*, *Lepidoptera*, *Rhynchota* (insbesondere *Hemiptera*) und *Coleoptera* Zellgruppen vorhanden sind, in denen mit den heute gebräuchlichen Färbeverfahren, namentlich mit der GÖMÖRI—BARGMANN'schen Phloxin-, Paraldehydfuchsin- und Azanfärbung Neurosekretionsprozesse nachweisbar sind.

Wir haben im Laufe der Untersuchungen des Zentralnervensystems des Schwimmkäfers (*Dytiscus marginalis*) im Gehirn Neuronensysteme gefunden, die wir auch auf Grund der Versilberungen als endokrine Systeme qualifizierten; dass es sich aber in der Tat um neurosekretorische Anlagen handelt, davon haben uns die verschiedenen Färbeverfahren überzeugt, die wir auf das ganze Zentralnervensystem ausgedehnt haben.

## Material und Methoden

Die als Versuchsobjekte dienenden Tiere wurden teils aus dem in unmittelbarer Nähe von Szeged befindlichen grossen Fischteich (Fehértó) und zum anderen Teil in Újszeged, im alten Flussbett der Maros gesammelt, wo sie in relativ grosser Menge leben. Die Tiere wurden in toto in BOUIN- und CARNOYScher Flüssigkeit fixiert, das fixierte Material einige Tage in 80%igem Alkohol gehalten, dann das Gehirn (*Ganglion supraoesophageum*) zusammen mit dem subpharyngealen Ganglion herauspräpariert und in Paraffin eingebettet. Aus dem Material wurden Serienschritte hergestellt und gefärbt. Zur Orientierung wurde Hämatein-Eosin- und Eisenhämatoxylin-Eosinfärbung, und zum Studium der neurosekretorischen Vorgänge Färbung mit dem GÖMÖRI—BARGMANN'schen Hämatoxylin-Phloxin-, und mit Paraldehydfuchsin-fast-green-Orange B vorgenommen. Die so hergestellten Präparate liessen folgendes feststellen.

## Ergebnisse

Im Gehirn des Wasserkäfers (*Dytiscus*), in der *Pars intercerebralis* des *Protocerebrum*, unmittelbar unter dem hohen Zylinderepithel, welches die Hirnsubstanz umgrenzt, befinden sich beiderseits aus grossen Zellen bestehende Zellgruppen. Die Zellen sind länglich, in zentraler Richtung stark gestreckt und setzen sich in einem verhältnismässigen dicken Ausläufer fort. Ihr gegen das Epithel



gerichteter, verbreiteter Anteil ist abgerundet, so dass der ganze Zellkörper typische Birnenform zeigt. Der Zellkern ist gross, zentral gelegen und chromatinarm, der Nukleolus kompakt, in jeden Falle deutlich hervortretend. Die Zellen enthalten kleinere und grössere *Granula*, welche nach Chromhämatoxylin-Phloxin in dunkelblauer, und zuweilen in roter Farbe erscheinen. Nach gelungener Färbung ragen die grossen, etwas schrägliegenden Zellen aus der Umgebung stark hervor (Abb. 1). Die intrazellulären *Granula* sind manchmal grösser, etwas voneinander entfernt liegend, oder aber kleiner, einander berührend und füllen

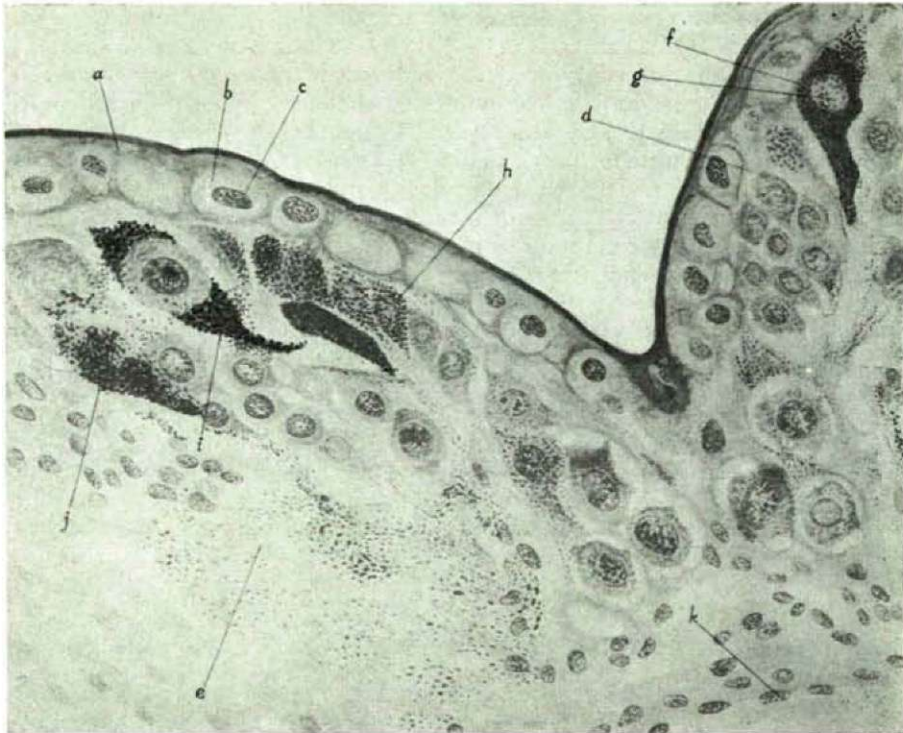


Abb. 1. *Dytiscus marginalis*: Protocerebrum-Querschnitt. a) Epithel, b) Epithelzelle, c) Kern der Epithelzelle, d) Rinde, e) Neuropil, f) neurosekretorische Zelle, g) Kern der neurosekretorischen Zelle, h) Neurosekret, i) oxyphile Granula, k) Gliakerne. GÖMÖRI—BARGMANN—Färbung, 400 x, photographisch auf 1/2 verkleinert.

die ganze Zelle aus. Die periodischen und experimentellen Untersuchungen der Frage sprechen dafür, dass in den Zellen zuerst feine, phloxinophile *Prägranula* erscheinen, die dann allmählich grösser werden und im Laufe dessen auch ihre Färbbarkeit wechseln, indem sie sich jetzt schon nicht mehr mit Phloxin, sondern mit Chromhämatoxylin färben. Besonders nachts und unter experimentellen Bedingungen sind die *Granula* nicht nur im Zellkörper, sondern auch in den Fortsätzen massenhaft anzutreffen. Namentlich auf elektrische Reizung oder starke Belichtung erscheinen die mit Chromhämatoxylin gut färbbaren



*Granula* bzw. Schollen in auffallend grosser Menge in der Fasersubstanz des Gehirns Insbesondere an jenen Stellen werden reichlich *Sekretgranula* sichtbar, wo die aus den Zellen heraustretenden Fortsätze sich zu Bahnen ordnen, aber auch anderweitig, sozusagen im ganzen zentralen Anteil der Fasersubstanz. In den — und entlang der aus den Fortsätzen der rechts- und linksseitig liegenden Zellgruppen hervorgehenden Bahnen werden relativ viele Sekretgranula sichtbar, unabhängig davon, zu welcher Jahreszeit bzw. Tageszeit die zur Untersuchung gelangenden Tiere in die Fixierflüssigkeit gegeben wurden. Natürlich ändert sich die Situation auch dann, wenn die Tiere — zwecks Beurteilung der Umstände und der Ursachen der Sekretion — verschiedenen Prozeduren ausgesetzt werden. Im allgemeinen liegen die Dinge so, dass in den Bahnen, welche sich im zentralen Bereich der Gehirnsubstanz kreuzen, gewöhnlich zahlreiche *Neurosekretgranula* zu beobachten sind, besonders reichlich finden sie sich aber an den Kreuzungsstellen und dort, wo die Bahnen die Gehirnsubstanz verlassen. Die *Sekretgranula* ziehen aber nicht nur von der Zelle her an den Fortsätzen, bzw. an den Bahnen in der Gehirnsubstanz entlang. Besonders unter experimentellen Bedingungen — aber auch normalerweise — ist festzustellen, dass die Sekretkörnchen an jeder beliebigen Stelle der Zellmembran austreten können, respektive tatsächlich austreten (Abb. 2). Diese Duplizität des Weges des Sekrets ist ein überzeugender Beweis dafür, dass ein Teil des Neurosekrets im Gehirn selbst aufgebraucht wird, während der andere Teil — aus der Gehirnsubstanz entfernt — in den verschiedenen Teilen des Organismus seine Wirkung entfaltet. Als ein besonderes Phänomen ist zu erwähnen, dass die Neurosekretkörnchen massenhaft an den Kreuzungen, unmittelbar neben den Bahnen und in den Bahnen dort zu erscheinen pflegen, wo diese die Gehirnsubstanz verlassen.

Werden die Tiere anhaltender Belichtung oder Dunkelheit ausgesetzt bzw. ihr Gehirn elektrisch gereizt, so ist der Produktionsgang des Sekrets beschleunigt, und dann überschwemmt das aus grösseren und kleineren *Granula* bestehende Sekret in sehr grossen Mengen nicht nur die Bahnen, sondern auch die in ziemlich grosser Entfernung von den Bahnen gelegenen Anteile des Neuropils (Abb. 3).

Beim Wasserkäfer und anderen Käferarten ist ausser den obigen Zellgruppen auch noch eine andere Zellgruppe beschrieben worden, deren Zellen medial von den *Corpora pedunculata* Platz nehmen. In unseren nach GÖMÖRI-BARGMANN gefärbten Präparaten sind wir solcher neurosekretorischer Zellgruppen niemals ansichtig geworden. Anders aber, wenn wir die mit BOUIN'scher Lösung fixierten Schnittserien mit Paraldehyd-Fuchsin färbten. In diesen Schnitten wurden die stark dunkel gefärbten, grossen medialen Zellen deutlich sichtbar, desgleichen die Neurosekretkörnchen in den Zellen, in der zellnahen Fasersubstanz, entlang der Bahnen und — wie nach der Chromhämatoxylinfärbung — auch in den Endstrecken der Bahnen. Neben diesen medialen Zellgruppen, nicht weit von ihnen entfernt, wurden aber beiderseits auch aus weniger Zellen bestehende Zellgruppen wahrnehmbar, in denen mit Paraldehyd-Fuchsin scharf gefärbte Schollen und neben diesen deutlich umgrenzte tropfenartige Gebilde erscheinen. Die Körnchen, bzw. die tröpfchenartigen Gebilde gruppieren sich nahe des grossen Kernes an dem einen Pole der Zelle oder treten in kleineren Gruppen aus den Zellen heraus. Sofern die gefärbten Bilder sichere Schlüsse zulassen, verlassen hier die Sekretkörnchen den runden Zell-



körper an mehreren Stellen, aber in der Hauptmasse auch hier in bzw. an den Zellfortsätzen (Abb. 4). Die Gruppen sind medial und lateral von den Pilzkörper.

Um uns über die Lage und Struktur der neurosekretorischen Zellen, bzw. ihre Verbindungsverhältnisse zum ganzen Gehirn klar werden zu können, haben wir die Schwimmkäfer—Gehirne auch an Hand von Versilberungsverfahren studiert, wobei sich die folgenden Methoden als erfolgreich erwiesen haben: 1. Schnellverfahren nach GOLGI, 2. Verfahren IV. von RAMÓN Y CAJAL, 3. BIEL-



Abb. 2. *Dytiscus marginalis*: Protocerebrum—Querschnitt. a) Epithel, b) Epithelzelle, c) Kern der Epithelzelle, d) Rinde, e) Neuropil, f) neurosekretorische Zelle, g) Kern der neurosekretorischen Zelle, h) Fortsatz der neurosekretorischen Zelle, i) Neurosekretgranula, j) Gliakerne. GÖMÖRI—BARGMAN—Färbung. 400 $\times$ , photographisch auf 1/2 verkleinert.

SCHOVSKY-sches Pyridin—Verfahren — an Totalpräparaten und Schnitten angewandt —, 4. das BIELSCHOWSKY—GROS'sche, 5. das BIELSCHOWSKY—GROS—CAUNA'sche und 6. das JABONERO'sche Silber—Karbonat—Verfahren. Die beiden letzteren wurden an Gefrierschnitten ausprobiert. Sämtliche Methoden haben sich bewährt und sich als zur Entscheidung einiger Fragen als geeignet erwiesen. Die Präparate, insbesondere die nach CAJAL hergestellten Serienschnitte haben feststellen lassen, dass die neurosekretorischen Zellen in Wirklichkeit normale,

grosse unipolare Nervenzellen sind, in denen massenhaft kleinere und grössere *Granula* sichtbar werden, und deren auf breiter Basis ansetzende, sich allmählich verjüngende Fortsätze zu Bahnen geordnet bis in die Fasersubstanz zu verfolgen sind (Abb. 5).

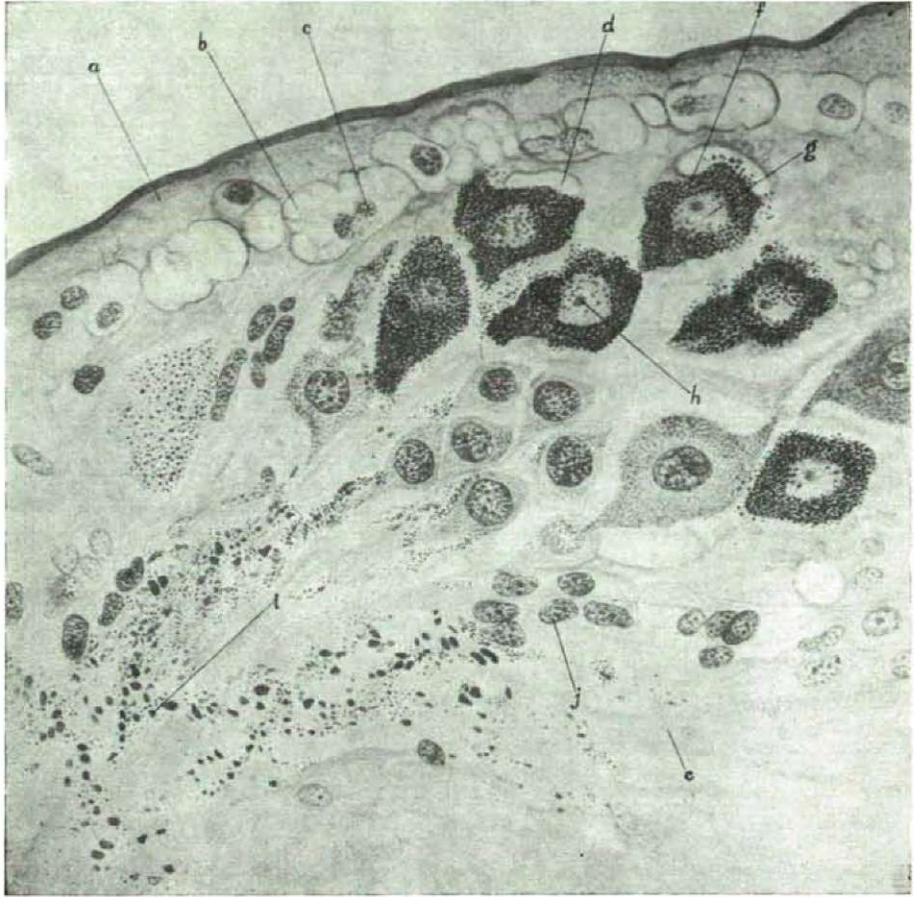


Abb. 3. *Dytiscus marginalis*: Protocerebrum—Querschnitt. a) Epithel, b) Epithelzelle, c) Kern der Epithelzelle, d) Rinde, e) Neuropil, f) neurosekretorische Zelle, g) Kern der neurosekretorischen Zelle, h) Nukleolus der neurosekretorischen Zelle, i) Neurosekretgranula, j) Gliakerne. GÖMÖRI—BARGMANN—Färbung, 800  $\times$ , photographisch auf 1/2 verkleinert.

Die bei der Versilberung und mit den erwähnten neurosekretfärbenden Verfahren erhaltenen Bilder lassen die Frage entstehen, wie eigentlich die sekretorischen Zellen vom Gesichtspunkte der Struktur und Funktion des Nervensystems zu bewerten sind. Handelt es sich um Drüsenzellen, die keinen Teil an der Reizleitung haben, oder um Nervenzellen, welche Sekret erzeugen, dabei aber auch in der Reizerzeugung und der Reizleitung eine Rolle spielen, indem sie beide Funktionen gleichzeitig und ständig erfüllen? Die Frage ist wichtig,



aber äusserst schwer zu beantworten. Will man eine Lösung versuchen, so muss man jedenfalls zwei wichtige Umstände berücksichtigen. Der eine, für den unsere versilberte Präparate sprechen, ist, dass die *Sekretgranula* massenhaft in der die Zellgruppen umgebenden Fasersubstanz erscheinen, und der andere, dass die aus den Zellen hervorgehenden Bahnen selbst auf ihrer grössten Ausdehnung frei von Körnchen sind, bzw. die von ihnen erhaltenen Bilder dafür

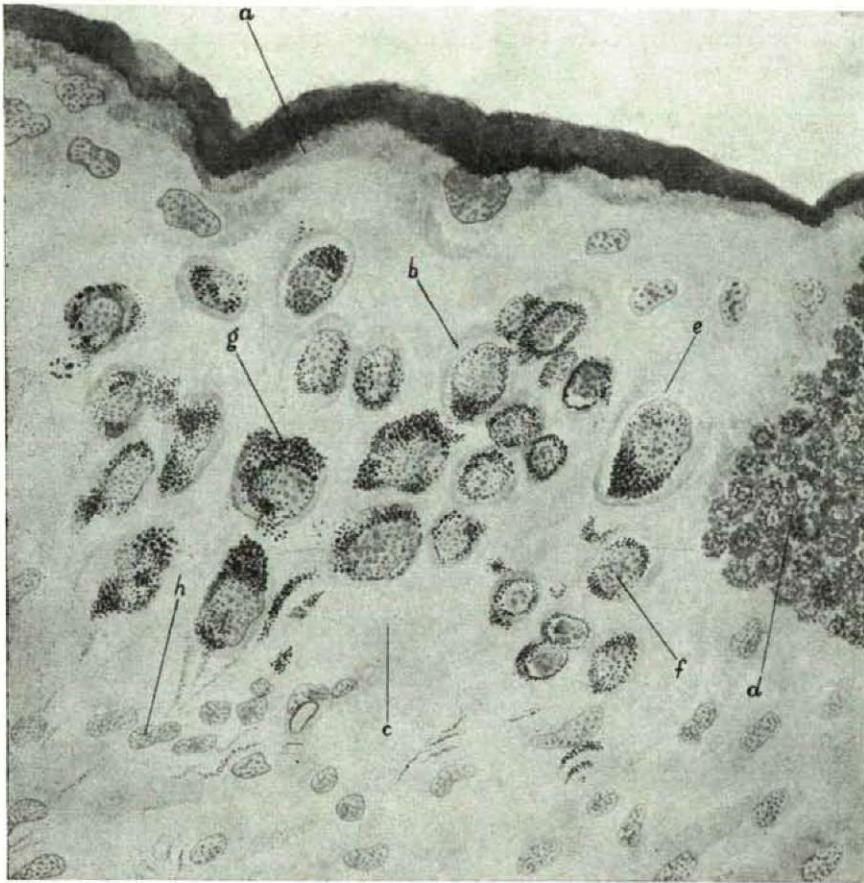


Abb. 4. *Dytiscus marginalis*: Protocerebrum—Querschnitt. a) Epithel, b) Rinde, c) Neuropil, d) Pilzkörper, e) neurosekretorische Zelle, f) Kern der neurosekretorischen Zelle, g) Neurosekretgranula, h) Gliakerne. Paraldehyd—Fuchsin, gold—orange-fast—green-Färbung. 600 $\times$ , photographisch auf 1/2 verkleinert.

sprechen, dass die *Neurosekretgranula* nicht in den Fortsätzen, sondern zwischen ihnen fortschreiten. Besonders die aus pyridinbehandeltem Material hergestellten, versilberten Serienschritte zeigen ausgezeichnet, dass die Neurosekretkörnchen nicht in den Fortsätzen, sondern perlkettenförmig zwischen ihnen weiterziehen. Aus diesen beiden, stets deutlich erscheinenden Bildformen, d. h. daraus, dass die Zellen *Sekretgranula* enthalten, die Fortsätze aber neurosekret-

frei sind, ist darauf zu schliessen, dass den neurosekretorischen Zellen zwei verschiedene, voneinander unabhängige Funktionen zukommen, deren eine die Sekretproduktion, und andere die Reizerzeugung und Erregungsleitung ist. Die erste besteht darin, dass die Zelle mehr-minder intensiv, aber unablässig Sekret produziert und verteilt — einerseits durch ihre ganze Oberfläche hindurch in die benachbarte Fasersubstanz, bzw. an die in dieser befindlichen interneuronalen Synapsen — und andererseits, wie das hinsichtlich der Neurosekretion gefärbte histologische Bild der intrazerebralen Endstrecke der Bahnen zeigt, an die innersekretorischen Anlagen des Organismus, bzw. dem ganzen Organismus selbst, weiterleitet.

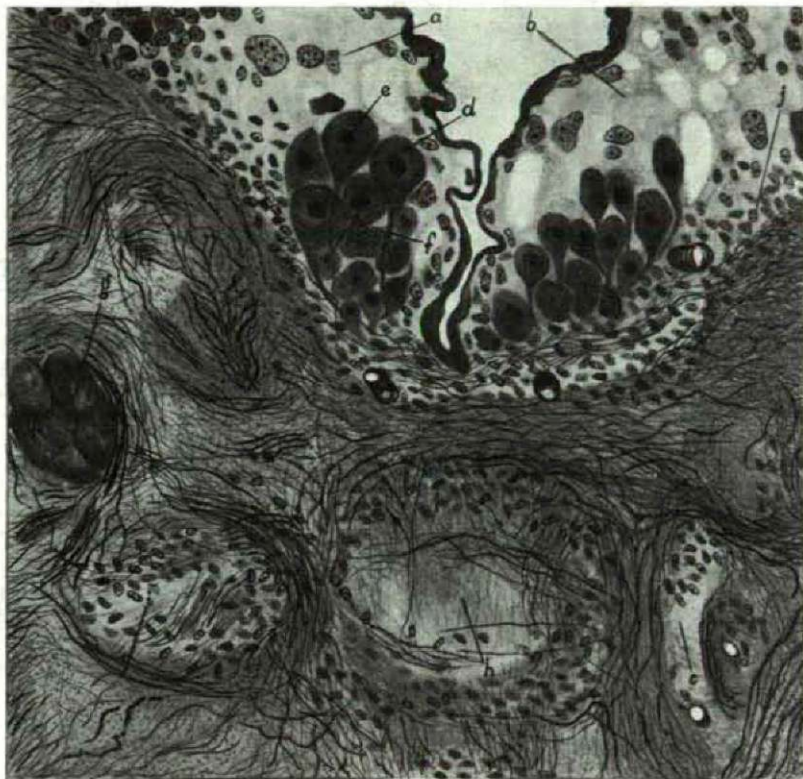


Abb. 5. *Dytiscus marginalis*: Protocerebrum—Querschnitt. a) Epithel, b) Rinde, c) Neuropil, d) neurosekretorische Zelle, e) Kern der neurosekretorischen Zelle, f) Fortsatz der neurosekretorischen Zelle, g) Trabekel, h) Zentralkörper, i) Nervenfasern, j) Gliakern. Versilberungsverfahren nach Cajal. 200  $\times$ . photographisch auf 1/2 verkleinert.

Die andere Funktion ist die Reizerzeugung bzw. Erregungsleitung. Dass eine solche besteht — bzw. bestehen muss — lässt die Tatsache vermuten, dass die Zellen neben den *Neurosekretgranula* im Besitze aller jener Bestandteile sind, welche für die Nervenzelle charakteristisch sind, namentlich des Fortsatzes, der sich weit hinzieht und — mit anderen ähnlichen Gebilden in Verbindung



tretend — deutlich wahrnehmbare Bahnen bildet und in den aus der Gehirns substanz heraustretenden Nerven seine Fortsetzung hat.

Wenn wir aber für die doppelte Funktion Stellung nehmen, so kann auch die Frage Erwägung finden, die NOVAK, der gründliche Kenner des neuroendokrinen System der Insekten, aufwirft, woher nämlich diese Zellen in die Gehirns substanz gelangt, und wie sie in den Besitz dieser zweifachen, in der Tat widersprechenden Funktion gekommen sind. Nach NOVAK waren die neurokri nen Zellen des Gehirns irgendwann Drüsenzellen, welche in das Gebiet des Nervensystems gewandert sind und — in dieses eingeschlossen — Nervenzellstruktur angenommen haben. Diese Überlegung ist im Grunde genommen nicht übel, sie erklärt aber nicht das Zustandekommen der langen Fortsätze und der aus ihnen hervorgehenden Bahnen, die sich in nichts von jenen efferenten Bahnen unterscheiden, die aus den Fortsätzen anders lokalisierten kortikaler Zellgruppen zustande kommen und die in der Induktion der neurosekretorischen Prozesse keinerlei Rolle spielen.

Besonders schwer ist es, sich einen Begriff von einem Drüsenausführungsgang zu machen, welcher auf seinem Wege Seitenäste in die umgebenden Gewebe abgibt. Der Sachverhalt ist nämlich der, dass die Neuriten der neurosekretorischen Zellen auf ihrer Bahn Seitenäste abgeben, welche auf mehr minder grosser Entfernung in das Neuropil eindringen.

Nach unserer Beurteilung ist die Vorstellung richtiger, in deren Sinne die neurosekretorischen Anlagen bzw. Systeme so zustande gekommen sind, dass gewisse Nervenzellen bzw. Zellgruppen — auf äussere Einflüsse und inneren Bedürfnissen entsprechend, vielleicht auf Lichtwirkungen, oder gerade infolge längerer Ermangelung des Lichtes — neben der in einer Richtung erfolgenden Reizleitung durch ständige, aber dem jeweiligen Bedarf entsprechende — Produktion gewisser Stoffe — im Dienste der in mehreren Richtungen wirkenden Energieleitung und — verteilung gestanden haben. Auf diese Weise ist der fragliche kortikale Zellverband nicht nur dazu befähigt worden, durch seine komplizierten synaptischen Beziehungen funktionelle Veränderungen in der eine oder der anderen Richtung in Gang zu setzen, sondern auch dazu, mit der erzeugten Neurosekretmenge einen entscheidenden Einfluss auf näher und ferner gelegene Systeme, und über diese auf das Leben des ganzen Organismus auszuüben.

### Zusammenfassung

1. Unter Anwendung verschiedener Färbe- und Imprägnationsverfahren konnte festgestellt werden, dass, im Gehirn des Schwimmkäfers (*Dytiscus marginalis*) Neurosekret erzeugende Zellen enthalten sind.

2. Die Neurosekret produzierenden Zellen bilden drei — gegeneinander deutlich abgegrenzte — Gruppen: eine, rechts und links von der die rechte und linke Hemisphäre trennenden Furche in der *Pars intercerebralis* des *Protocerebrum*, eine medial und eine lateral von den Pilzkörpern.

3. Die in die erste Gruppe gehörenden Zellen sind gross, unipolar, ihre Zahl beträgt beiderseits 10–30. Ihre Fortsätze sind in zwei Bahnen geordnet, die sich an der Mittelgegend des Neuropils kreuzen und an dem Hirnrand aus der Hirns substanz austreten.

4. Das fortlaufend produzierte Sekret erscheint in Gestalt mehr-minder grosser *Granula*, um an den Fortsätzen und an der Zellmembran sich ad hoc bildenden *Spalten* aus der Zelle zu entweichen.

5. Ein Teil des Sekrets wird im Neuropil selbst verbraucht, während der andere über die Bahnen in die nahen endokrinen Organe, bzw. durch Vermittlung der Körperflüssigkeit in die verschiedensten Organe gelangt.

6. Das Sekret ist ein *Glykoprotein*, welches sich mit Chromhämatoxylin-Phloxin dunkelviolett — oder selten rot — färbt. Bei dem Sekret dürfte es sich um jenen Reizstoff handeln, der im Neuropil auf die Synapsen einwirkt und in den entfernteren Organen des Körpers die Funktionen der Muskeln und Vermehrungsorgane beeinflusst.

7. Die in die erste Gruppe gehörenden neurosekretorischen Zellen sind typische Nervenzellen, indem ihre Fortsätze in den Bahnen Seitenäste abgeben, welche aus der Bahn heraustreten und sich dem *Neuropil* anschliessen.

8. In den gefärbten Präparaten erscheinen die *Neurosekretgranula* in den Fortsätzen, doch sprechen die bei der Imprägnation erhaltenen Bilder dafür, dass sie unmittelbar neben den Fortsätzen ihren Verbrauchsorten zustreben.

9. Die Zellen der zweiten und dritten Gruppe sind kleiner, ebenfalls unipolar, die in ihnen erzeugten *Neurosekretgranula* winziger und meistens nahe der Zelle gruppiert. Aber auch jene Bilder sind keine Seltenheit, die dafür sprechen, dass die Körnchen — ausserhalb der Zelle in Reihen geordnet — im *Neuropil* weiterziehen.

10. Jene Neurosekretkörnchen, welche in den Zellen der zweiten und dritten Gruppe entstehen, können mit Chromhämatoxylin und Phloxin nicht sichtbar gemacht werden, färben sich aber gut mit Paraldehyl-Fuchsin. Die Erscheinung spricht dafür, dass diese *Granula* anderer Natur sind als die in der ersten Zellgruppe erzeugten.

### Schrifttum

1. ÁBRAHÁM, A.: Histological, histochemical and cytological investigations on the central nervous system of some insects. XI. Internat. Kongr. f. Entomol. (Wien) Verhandlungen I. p. 391. (1960).
2. ÁBRAHÁM, A.: Histological, histochemical and cytological examinations on the central nervous system of the swimming beetle (*Dytiscus marginalis*). Acta. Biol. Acad. Sci. Hung. Suppl. 4. p. 35. (1962).
3. ÁBRAHÁM, A.: The structure of the endocrine systems in the central nervous system of the water beetle (*Dytiscus marginalis*). Acta Biol. Acad. Sci. Hung. Suppl. 6. p. 31. (1964).
4. ÁBRAHÁM, A.: Histochemical investigations on the neurosecretory system of the swimming beetle (*Dytiscus marginalis*). II. Internat. Kongr. f. Histo- und Cytochemie. (Frankfurt—Main) p. 194. (1964).
5. ÁBRAHÁM, A.: Histological and histochemical studies on the brain of the water beetle (*Dytiscus marginalis*). Proc. of the XII-th Internat. Cong. of Entomol. (London) (1964.).
6. ÁBRAHÁM, A.: Neurosecretory activity in the brain of the water-beetle. Acta Anatomica (1965). (im Druck).
7. ÁRVY, L.: Neurosécrétion et glandes endocrines rétro-cérébrales chez *Euroleon nostras* Fourcroy. Bull. soc. zool. France. 81. p. 166. (1956).
8. ÁRVY, L.; GABE, M.: Données histophysiologiques sur les formations endocrines rétro-cérébrales chez les „Ecdyonuridae” (Ephéméroptères) Bull. soc. zool. France. 75. p. 267. (1950).
9. ÁRVY, L.; GABE, M.: Particularités histophysiologiques des glandes endocrines céphaliques chez *Tenebrio molitor* L. C. R. Acad. Sci. (Paris) 237. p. 844. (1953).
10. BARGMANN, W.; JACOB, K.: Über Neurosekretion im Zwischenhirn der Vögel. Z. Zellforsch. 36. p. 556. (1952).



11. DAY, M. F.: Neurosecretory cells in the ganglia of *Lepidoptera*. *Nature* 145. p. 264. (1940).
12. GAUPP, R.; Scharrer, E.: Die Zwischenhirnsekretion bei Mensch und Tier. *Z. Neur.* 153. p. 327. (1935).
13. HANSTRÖM, B.: Neue Untersuchungen über Sinnesorgane und Nervensystem der Crustaceen. I. *Z. Morph. u. Ökol. Tiere*, 23. p. 80. (1931).
14. HANSTRÖM, B.: Über das Organ X, eine inkretorische Gehirndrüse der Crustaceen. *Psychiatr. Bl. (holl)* (Festbündel A. KAPPER's) Jg. 1934. No 3/4, p. 1. (1934).
15. HANSTRÖM, B.: Inkretorische Organe, Sinnesorgane und Nervensystem des Kopfes einiger niederer Insektenordnungen. *Kgl. Svensk. Vetensk. Handl.* 18. No. 8. p. 1. (1940).
16. KUROTSU, T.: Über den Nucleus magnocellularis periventricularis bei Reptilien und Vögeln. *Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam*. 38, p. 784. (1935).
17. LERMA, de B.: Osservazioni sulla neurosecrezione in *Hydrous piceus* L. (Coleotteri). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli. Suppl.* 24. p. 56. (1954).
18. LHOSTE, J.: Données histophysiologiques sur les cellules neurosécrétrices céphaliques et le complexe rétro-cérébral de *Forficula*. *Arch. Zool. expér. gén.* 89. p. 169. (1953).
19. PFLUGFELDER, O.: Vergleichend-anatomische, experimentelle und embriologische Untersuchungen über das Nervensystem und die Sinnesorgane der Rhynchoten. *Zoologica*. 34. p. 102. (1936—37).
20. POPPI, U.: Struttura e funzione delle cellule del tuber cinereum. *Riv. Pat. nerv.* 36. p. 397. (1930).
21. SANZ IBANEZ, J.: Contribution á la connaissance de la glande diencéphalique. *Trav. Labor. Rech. biol. Univ. Madrid* 30, p. 221. (1935).
22. SCHARER, B.: Über das Hanströmsche Organ X bei Opisthobranchiern. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*. 15. p. 132 (1935).
23. SCHARER, B.: Über „Drüsen—Nervenzellen“ im Gehirn von *Nereis virens* Sars. *Zool. Anz.* 113. p. 299. (1936).
24. SCHARER, B.: Über sekretorisch tätige Nervenzellen bei wirbellosen Tieren. *Naturwiss.* 25. p. 131. (1937).
25. SCHARER, B.: Neurosecretion II. Neurosecretory cells in the central nervous system of cockroaches. *J. Comp. Neur.* 74. p. 93. (1941).
26. SCHARER, E.: Die Lichtempfindlichkeit blinder Elritzen I. Untersuchungen über das Zwischenhirn der Fische. *Z. vergl. Physiol.* 7. p. 1. (1928).
27. SCHARER, E.: Über sekretorisch tätige Zellen im *Thalamus* von *Fundulus heteroclitus* L. II. Untersuchungen über das Zwischenhirn der Fische. *Z. vergl. Physiol.* 11. p. 767. (1930).
28. SCHARER, E.: Über neurokrine Organe der Wirbeltiere. *Verh. dtsh. zool. Ges.* p. 217. (1933).
29. SCHARER, E.; GAUPP, R.: Neuere Befunden am *Nucleus supraopticus* und *Nucleus paraventricularis* des Menschen. *Z. Neur.* 148. p. 766. (1933).
30. SPEIDEL, C. C.: Gland-cells of internal secretion in the spinal cord of the skates. *Carnegie Inst. Washington* 13. No. 281. p. 1. (1919).
31. SPEIDEL, C. C.: Further comparative studies in other fishes of cells that are homologous to the large irregular glandular cells in the spinal cord of the skates. *J. Comp. Neur.* 34. p. 303. (1922).
32. STOLZE, R.: Über Neurosekretion im Vogelhirn. *Diss. Med. Fakultät Kiel*, (1951).
33. VOGT, M.: Zur hormonalen Bedeutung des *Drosophila* Gehirnes und seiner hormonal bedingten imaginalen Entwicklung. *Naturwiss.* 30. p. 470. (1942).
34. WEYER, F.: Über drüsenartige Nervenzellen im Gehirn der Honigbiene, *Apis mellifica* L. *Zool. Anz.* 112, p. 137. (1935).
35. WINGSTRAND, K. G.: The structure and development of the avian pituitary. *Lund, Gleerup* (1951).